

UNIVERSITAS BINA NUSANTARA

Jurusan Teknik Informatika
Skripsi Sarjana Komputer
Semester Genap tahun 2006/2007

SEGMENTASI CITRA *SPOT* DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN *FUZZY C-MEANS*

Jimmy Johan / 0700708953
Sherwin Sasmita Rachmat / 0700710314

Abstrak

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui dan memahami penerapan aplikasi logika samar dalam pengolahan citra khususnya pada segmentasi citra (*image segmentation*). Metode segmentasi yang digunakan adalah *Fuzzy C-means Clustering* yaitu teknik pengclusteran data dimana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaan. Konsep dasar *FCM*, pertama kali adalah menentukan pusat *cluster*, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap *cluster*. Pada kondisi awal, pusat *cluster* ini masih belum akurat. Tiap-tiap titik data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap *cluster*. Dengan cara memperbaiki pusat *cluster* dan derajat keanggotaan tiap-tiap *cluster* akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimisasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat *cluster* yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut. Hasil penelitian sistem segmentasi citra berdasarkan warna dengan metode *Fuzzy C-Means Clustering*, sistem memiliki tingkat segmentasi tertinggi 98 % dan terendah 75% berdasarkan beberapa pengujian. Logika samar (*Fuzzy Logic*) dengan metode *Fuzzy C-Means Clustering* cukup baik digunakan untuk segmentasi citra berdasarkan warna walaupun inputan citra berupa citra *RGB (Red Green Blue)* yang memiliki ratusan sampai ribuan kombinasi warna, walaupun dengan citra dengan batasan-batasan yang kurang jelas.

Kata Kunci :

fuzzy logic, fuzzy c-means, clustering, image segmentation, spot image.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan karuniaNya sehingga skripsi ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Skripsi ini dibuat sebagai syarat kelulusan program studi Strata 1 di Fakultas Ilmu Komputer, jurusan Teknik Informatika, Universitas Bina Nusantara, Jakarta.

Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak – pihak yang mendukung dan terlibat, baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terima kasih ditujukan secara khusus pada :

1. Dekan Fakultas Ilmu Komputer, Ir. Sablin Yusuf, M.Sc, M.Comp.Sc. yang telah membantu dalam persetujuan skripsi ini.
2. Ketua Jurusan Teknik Informatika, H. Mohammad Subekti, BE, M.Sc. yang telah membantu dalam persetujuan skripsi ini.
3. Sekretaris Jurusan Teknik Informatika, Fredy Purnomo, S.Kom, M.Kom yang telah membantu dalam proses persetujuan skripsi non-kelas.
4. Dosen Pembimbing, Diaz D. Santika, Ir., M.Sc yang telah banyak dalam memberikan pengarahan, saran dan bantuan – bantuan lainnya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Semua Dosen yang telah memberikan pengajaran selama waktu pelaksanaan perkuliahan, yang menjadi bekal untuk penulisan skripsi ini.
6. Orang tua dan keluarga, yang telah memberikan banyak dukungan baik moral maupun materiil sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Teman-teman yang ikut mendukung dan memberikan inspirasi dalam pembuatan skripsi ini.
8. Ucapan terima kasih secara khusus untuk Dosen Tri Djoko Wahjono, Ir., M.Sc. yang telah memberikan inspirasi dan minat di bidang *Artificial Intelligence*.
9. Teman-teman kelas peminatan *Artificial Intelligence* angkatan 2003 semester 5 dan 6 yang telah merasakan suka dan duka bersama.

10. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata diharapkan skripsi ini dapat bermanfaat dan dikembangkan bagi para pembaca, dan para Binusian.

Jakarta, July 2007

Tim Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul Luar	i
Halaman Judul Dalam	ii
Halaman Persetujuan <i>Hardcover</i>	iii
Halaman Pernyataan Dewan Penguji	iv
Abstrak	vi
Ucapan Terima Kasih	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Lampiran	xvii

BAB I	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Ruang Lingkup	3
1.3	Tujuan dan Manfaat	4
1.3.1	Tujuan Penulisan	4
1.3.2	Manfaat Penulisan	4
1.4	Metodologi	4
1.5	Sistematika Penulisan	6
BAB II	LANDASAN TEORI	9
2.1	Pengenalan Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligence</i>)	9
2.1.1	Perbedaan Kecerdasan Buatan Dan Kecerdasan Alami	9
2.1.2	Sejarah Kecerdasan Buatan	11
2.1.3	Lingkup Kecerdasan Buatan Pada Aplikasi Komersial	12
2.1.4	<i>Soft Computing</i>	14
2.2	Mendefinisikan Masalah Sebagai Suatu Ruang Keadaan	15
2.2.1	Graph Keadaan	16
2.2.2	Pohon Pelacakan	16

2.3	Metode Pencarian dan Pelacakan	17
2.3.1	Pencarian Buta (<i>Blind Search</i>)	18
2.3.2	Pencarian Heuristik (<i>Heuristic Search</i>)	18
2.4	Reduksi Masalah	20
2.5	Representasi Pengetahuan	21
2.5.1	Logika	21
2.5.2	Pohon	24
2.5.3	Jaringan Semantik	24
2.5.4	Frame	25
2.5.5	Naskah (<i>Script</i>)	25
2.5.6	Sistem Produksi	25
2.6	Pengenalan Logika samar	26
2.7	Teori <i>Fuzzy Set</i>	30
2.7.1	Variabel Fuzzy (Variabel Linguistik)	33
2.7.2	Operasi <i>Fuzzy Set</i>	34
2.7.3	Fungsi Keanggotaan	35
2.7.4	Diagram Alir <i>Fuzzy Set</i>	40
2.8	Sistem Visual	44
2.9	Citra Digital	44
2.9.1	Definisi Citra	44
2.9.2	Tipe Citra	45
2.9.3	Piksel	46
2.9.4	Relasi Antar Piksel	47
2.10	Pengolahan Citra	48
2.10.1	Geometri Citra	48
2.10.2	Definisi Pengolahan Citra	48
2.11	Citra SPOT (<i>Satellite Pour l'Observation de la Terre</i>)	49
2.12	Metode Konvensional (<i>K-Means Clustering</i>)	50
2.13	Model Logika Samar (<i>Fuzzy Logic</i>) Untuk Pengolahan Citra	51
2.13.1	Hubungan Ketidakpastian Dalam Pengolahan Citra dan Logika Samar	51

2.13.2	Ketidakpastian Citra dan Kekaburan Masalah	52
2.13.3	Ketidakpastian Dalam Tingkat Keabu-abuan	52
2.13.4	Flexibilitas Dalam Derajat Keanggotaan	54
2.14	Fuzzy Clustering	55
2.14.1	Ukuran Fuzzy	57
2.15	Indeks Kekaburan	57
2.16	Fuzzy Entropy	58
2.17	Ukuran Kesamaan	59
2.18	<i>Fuzzy C-Means (FCM)</i>	59
BAB III	ANALISIS DAN PERANCANGAN	61
3.1	Analisis	61
3.1.1	Analisis Permasalahan	61
3.1.2	Pemecahan Masalah	67
3.2	Perancangan	70
3.2.1	Gambaran Metode <i>Fuzzy C-Means</i>	71
3.2.2	<i>Contour Tracing</i>	77
3.2.3	Citra yang Dapat Dipakai	79
3.2.4	Rancangan Aplikasi	80
BAB IV	IMPLEMENTASI DAN EVALUASI	84
4.1	Implementasi	84
4.1.1	Spesifikasi Sistem	84
a.	Spesifikasi Sistem Pendukung Perangkat Keras	84
b.	Spesifikasi Sistem Pendukung Perangkat Lunak	85
4.1.2	Pengoperasian Aplikasi Segmentasi Citra Berdasarkan Fuzzy C-Means	85
4.2	Evaluasi	97
4.2.1	Tingkat Pengenalan	98
4.2.2	Evaluasi Citra Hasil Segmentasi Terhadap Citra Buatan Untuk Pengujian	99

4.2.3	Evaluasi Citra Hasil Segmentasi Terhadap Citra Foto Satelit (<i>SPOT IMAGE</i>)	102
4.2.4	Evaluasi Kestabilan Hasil Segmentasi Terhadap Citra Buatan	104
4.2.5	Evaluasi Kemampuan Mengolah Citra Hasil Segmentasi Menjadi Informasi	108
4.2.6	Alasan <i>Fuzzy C-Means Clustering</i> lebih baik daripada <i>K-Means Clustering</i>	121
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	124
5.1	Kesimpulan	124
5.2	Saran	125
Daftar Pustaka		127
Riwayat Hidup		130
Lampiran		L1

DAFTAR TABEL

BAB III ANALISIS DAN EVALUASI

3.1	Masalah Ketidakpastian Pada Metode Konvensional	64
-----	---	----

BAB IV IMPLEMENTASI DAN EVALUASI

4.1	Hasil Segmentasi Dari Dua Metode Terhadap Citra Buatan	99
4.2	Hasil Segmentasi Dari Dua Metode Terhadap Citra Foto Satelit (<i>SPOT IMAGE</i>)	102
4.3	Evaluasi Kestabilan Hasil Segmentasi Pengujian Pertama Citra Buatan	105
4.4	Evaluasi Kestabilan Hasil Segmentasi Pengujian Kedua Citra Buatan	106
4.5	Evaluasi Kestabilan Hasil Segmentasi Pengujian Ketiga Citra Foto Satelit (<i>SPOT IMAGE</i>)	107
4.6	Evaluasi Informasi Yang Dihasilkan Dari Citra Buatan 1	110
4.7	Evaluasi Informasi Yang Dihasilkan Dari Citra Buatan 2	111
4.8	Evaluasi Informasi Yang Dihasilkan Dari Citra Foto Satelit 1	112
4.9	Evaluasi Informasi Yang Dihasilkan Dari Citra Foto Satelit 2	115
4.10	Evaluasi Informasi Yang Dihasilkan Dari Citra Foto Satelit 3	118

DAFTAR GAMBAR

BAB II LANDASAN TEORI

2.1	Graph Keadaan	16
2.2	Struktur Pohon	17
2.3	Contoh Struktur Pohon	24
2.4	Konsep "Tua" Dalam Pengertian <i>Crisp Set</i>	30
2.5	Konsep "Tua" Dalam Pengertian <i>Fuzzy Set</i>	31
2.6	Grafik Fuzzy Untuk Bilangan Yang Mendekati 10	32
2.7	Grafik Fungsi Keanggotaan Kecepatan	34
2.8	Grafik Fungsi Keanggotaan Linear	36
2.9	Grafik Fungsi Keanggotaan S	37
2.10	Grafik Fungsi Keanggotaan PI	38
2.11	Grafik Fungsi Keanggotaan Segitiga	39
2.12	Grafik Fungsi Keanggotaan Trapesium	40
2.13	Diagram Alir Proses Pengaturan Himpunan Fuzzy	43
2.14	Perbedaan Letak Titik Origin Pada Koordinat Grafik Dan Pada Citra	45
2.15	Relasi Antar Piksel	47

BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN

3.1	Komposisi Warna Pada Citra <i>SPOT</i>	62
-----	--	----

3.2	Ketidakpastian Pada Citra	65
3.3	Kesalahan Segmentasi Yang Terjadi	65
3.4	Algoritma proses segmentasi citra berdasarkan <i>Fuzzy C-Means</i> ...	69
3.5	Proses segmentasi Citra	70
3.6	Langkah-langkah <i>Fuzzy C-Means</i>	72
3.7	Gambar Awal Contoh Proses <i>Fuzzy C-Means</i>	73
3.8	Inisialisasi k Cluster <i>Fuzzy C-Means</i>	74
3.9	Pengambilan titik tengah Cluster <i>Fuzzy C-Means</i>	74
3.10	Iterasi ke-5 <i>Fuzzy C-Means</i>	75
3.11	Iterasi ke-10 <i>Fuzzy C-Means</i>	75
3.12	Iterasi ke-13 (stop karena tidak ada perubahan)	76
3.13	Contoh Gambar <i>Contour Tracing</i>	78
3.14	Proses <i>Contour Tracing</i>	79
3.15	Contoh citra yang dapat dipakai	79
3.16	Rancangan Area Layar	81
3.17	Rancangan Layar	83

BAB IV IMPLEMENTASI DAN EVALUASI

4.1	Aplikasi yang dijalankan	85
4.2	Menu <i>Open Image</i>	86
4.3	Peringatan <i>Open Image</i>	87
4.4	Peringatan <i>Image Segmentation</i>	88
4.5	<i>Open Image</i>	88
4.6	<i>Segmentation</i>	89

4.7	Hasil Segmentasi	90
4.8	<i>Show Information</i>	91
4.9	Citra Cluster 1	92
4.10	Citra Cluster 2	92
4.11	Citra Cluster 3	93
4.12	Citra Cluster 4	93
4.13	Citra Cluster 5	94
4.14	Citra Cluster 6	94
4.15	Keluar Aplikasi	95
4.16	Kembali ke <i>Figure</i>	96
4.17	<i>About Us</i>	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran <i>Main Program Source Code</i>	L1
Lampiran <i>Sub Function Contour Tracing Source Code</i>	L14
Lampiran <i>Figure Matlab 7.1</i>	L17
Lampiran Citra	L18